結球萵苣在屋頂式營農型綠能農業設施栽培生產之結果探討

Evaluation of Iceberg Lettuce Production under Checkerboard pattern of Roofy Type Agricultural Photovoltaic Facility

主講者：李碩朋* 羅惠齡

機關(構)/單位：行政院農業委員會
鳳山熱帶園藝試驗分所

20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會

結球萵苣簡介

- *Lactuca sativa* var. capitata L.，英文：Iceberg lettuce。
- 俗稱包心萵苣、西生菜、美生菜。
- 為生菜沙拉材料，口感清脆。
- 菊科萵苣屬，原產於地中海沿岸。
- 喜冷涼環境，生長適溫為15℃~25℃。
- 高於28℃則無法形成葉球。
- 莖短縮，心葉抱合成葉球。
- 種植適期為10月上旬至翌年3月上旬。

2

試驗方法

- 於40%遮蔽率之屋頂式綠能農業設施下，選擇「常利3號」、「常利6號」、「常利7號」、「LE1526A02」、「LE1526A03」及「美國大湖118」等6個結球萵苣為參試品種。
- 於107年9月23日、10月11日、10月25日、11月9日、11月21日、12月27日及108年2月12日定植。
- 11月13日、11月21日、12月6日、12月20日、108年1月10日、2月12日、3月22日分批採收。
- 平棚網室之比較栽培於108年2月19日定植，4月1日採收調查。
- 田間採逢機區集，三重複，小區面積80×490cm。
- 相關試區並收集溫度、濕度與光度等氣象資料。

20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會

圖1.40%遮蔽率之屋頂型光電溫室6種結球萵苣栽培比較。

圖2.一般平棚網室6種結球萵苣栽培比較。

表1.結球萵苣第一批採收之結果

品種名稱	總重(g)	株重(g)	株高(cm)	株寬(cm)
常利3號	6692.8 a	261.8 b	23.6 c	15.6 bc
常利6號	7224.6 a	353.8 a	19.6 c	12.7 c
常利7號	5817.7 a	272.6 ab	28.6 c	17.4 b
大湖118	6542.1 a	275.6 ab	42.6 ab	21.7 a
LE1526A02	6050.5 a	224.7 b	30.8 bc	15.2 bc
LE1526A03	6223.9 a	260.1 b	46.9 a	15.5 bc

註：1. 定植日期：2018.9.23；採收日期：2018.11.13
2. 同行英文字母相同者表示經LSD顯著性測驗未達5%顯著差異水準。

表2.結球萵苣第二批採收之結果

品種名稱	總重(g)	株重(g)	株高(cm)	髓心長度(cm)
常利3號	5253.8 a	295.3 a	13.5 bc	10.7 bc
常利6號	4838.2 ab	265.8 ab	14.8 bc	14.6 a
常利7號	2742.8 ab	222.4 abc	14.2 bc	14.3 a
大湖118	2434.6 b	226.8 abc	22.5 a	16.0 a
LE1526A02	2886.5 ab	153.2 c	11.0 c	9.1 c
LE1526A03	3497.5 ab	171.1 bc	16.9 b	13.3 ab

註：1. 定植日期：2018.10.11；採收日期：2018.11.21
2. 同行英文字母相同者表示經LSD顯著性測驗未達5%顯著差異水準。

表3.結球萵苣第三批採收之結果

品種名稱	總重(g)	株重(g)	株高(cm)	髓心長度(cm)
常利3號	4191.1 a	191.3 a	14.8 b	12.6 a
常利6號	5969.6 a	266.8 a	14.5 b	13.5 a
常利7號	1736.7 a	222.0 a	16.9 ab	14.6 a
大湖118	3335.0 a	322.7 a	21.5 a	16.7 a
LE1526A02	4469.5 a	277.9 a	15.2 b	15.1 a
LE1526A03	5417.7 a	253.4 a	15.9 b	14.4 a

註：1. 定植日期：2018.10.25；採收日期：2018.12.6
2. 同行英文字母相同者表示經LSD顯著性測驗未達5%顯著差異水準。

表4.結球萵苣第四批採收之結果

品種名稱	總重(g)	株重(g)	株高(cm)	髓心長度(cm)
常利3號	7326.4 a	335.5 a	15.5 ab	14.0 a
常利6號	6005.2 ab	329.5 a	14.2 b	13.3 a
常利7號	2916.8 b	259.0 a	13.9 bc	13.6 a
大湖118	4165.5 ab	197.1 a	11.6 c	10.1 b
LE1526A02	4966.2 ab	255.5 a	17.2 a	11.8 ab
LE1526A03	7326.4 a	335.5 a	15.5 ab	14.0 a

註：1. 定植日期：2018.11.9；採收日期：2018.12.20
2. 同行英文字母相同者表示經LSD顯著性測驗未達5%顯著差異水準。

結果

- 根據單位面積總產量及植株髓心長度來看，107年為暖冬，第一批次之定植時間太早，所有品種均未結球，但單位面積產量以常利6號之7224.6克最高，其次為常利3號之6692.8克。

- 第二批次之單位面積產量以常利3號之5253.8克最高，其次為常利6號之4838.2克，髓心長度以LE1526A02之4.1公分最短，其次為常利3號之6.0公分；結球萵苣要能結球，髓心長度必須在6公分以下，雖然兩個品種之髓心長度在6公分或以下，但結球情形仍不理想。

- 第三批次之單位面積產量以常利6號之5969.6克最高，其次為LE1526A03之5417.7克，但髓心長度LE1526A03及美國大湖118均超過11公分以上，明顯抽苔，顯示對氣溫較敏感，稍高之氣溫易致抽苔，降低商品價值。

- 第四批次之單位面積產量以常利3號之7326.4克最高，其次為常利6號之6005.2克，髓心長度僅LE1526A02之5.5公分有在標準之6公分以下，但總收量不高。

20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會

表5.結球萵苣第五批採收之結果

品種名稱	總重(g)	株重(g)	株高cm)	株寬(cm)	髓心長度(cm)
常利3號	14592.3 a	379.6 a	14.0 b	12.6 ab	10.9 c
常利6號	13535.0 ab	325.6 ab	15.0 b	12.9 a	10.1 c
常利7號	11943.7 ab	282.0 bc	14.2 b	11.5 b	9.7 c
大湖118	10452.5 ab	280.2 bc	19.6 a	12.5 ab	15.2 a
LE1526A02	10516.2 b	221.8 c	15.2 b	9.6 c	11.4 bc
LE1526A03	13444.3 b	218.4 c	19.5 a	9.7 c	15.0 ab

註：1. 定植日期：2018.11.21；採收日期：2019.1.10
2. 同行英文字母相同者表示經LSD顯著性測驗未達5%顯著差異水準。

表6.結球萵苣第六批採收之結果

品種名稱	總重(g)	株重(g)	株高cm)	株寬(cm)	髓心長度(cm)
常利3號	18003.4 a	393.8 a	13.0 a	12.6 b	6.8 ab
常利6號	18454.4 a	417.9 a	13.1 a	12.7 b	6.6 ab
常利7號	15933.1 a	350.7 a	12.4 a	12.5 b	11.1 a
大湖118	11665.4 a	212.2 a	19.2 b	16.9 a	4.8 b
LE1526A02	14796.3 a	259.7 a	14.3 a	13.9 b	3.9 b
LE1526A03	10198.4 a	368.6 a	15.1 a	14.7 ab	6.3 ab

註：1. 定植日期：2018.12.27；採收日期：2019.2.12
2. 同行英文字母相同者表示經LSD顯著性測驗未達5%顯著差異水準。

20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會

表7.結球萵苣第七批採收之結果

品種名稱	總重(g)	株重(g)	株高cm)	株寬(cm)	髓心長度(cm)
常利3號	13901.3 b	307.3 b	13.2 c	10.9 b	9.6 a
常利6號	12395.3 ab	264.1 ab	13.4 c	10.9 b	10.4 ab
常利7號	11637.3 ac	247.2 ab	14.5 ac	11.2 b	11.9 b
大湖118	10021.8 c	191.9 a	14.2 c	10.8 b	9.0 a
LE1526A02	11211.8 ac	232.0 a	16.4 ab	11.6 b	11.7 b
LE1526A03	12024.3 abc	249.4 ab	18.1 b	13.8 a	9.7 a

註：1. 定植日期：2019.2.12；採收日期：2019.3.22
2. 同行英文字母相同者表示經LSD顯著性測驗未達5%顯著差異水準。

表8.結球萵苣一般平棚網室採收之結果

品種名稱	總重(g)	株重(g)	株高cm)	株寬(cm)	髓心長度(cm)
常利3號	24023.3 abc	637.6 ab	14.1 b	15.0 c	6.1 ab
常利6號	24812.5 ab	594.1 a	14.4 b	15.0 c	5.9 a
常利7號	21497.5 ac	578.0 a	13.6 b	14.0 c	6.0 ab
大湖118	19674.8 c	657.2 ab	15.0 b	17.8 b	6.2 ab
LE1526A02	21066.8 c	552.6 a	14.4 b	17.1 b	5.8 a
LE1526A03	26860.2 ab	827.3 b	21.6 a	22.1 a	6.7 b

註：1. 定植日期：2019.2.19；採收日期：2019.4.1
2. 同行英文字母相同者表示經LSD顯著性測驗未達5%顯著差異水準。

9

結果

20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會

- 第五批次之單位面積產量以常利3號之13535.0克最高，其次為LE1526A03之13444.3克，髓心長度僅常利7號之9.7公分最短，但仍超過標準之6公分。
- 第六批次之單位面積產量以常利6號之18454.4克最高，其次為常利3號之18003.4克，髓心長度除常利7號達到11.1公分外，其他均接近標準之6公分，美國大湖118及LE1526A02則在6公分以下。
- 第七批次之單位面積產量以常利3號之13901.3克最高，其次為常利6號之12395.3克，但髓心長度均超過6公分。
- 相對於40%遮光率之屋頂式綠能設施栽培結球萵苣，再於鳳山分所的平棚網室定植一批，單位面積產量以LE1526A03之26860.2克最高，其次為常利6號之24812.5克，但髓心長度均接近6公分，可以正常結球。

10

表9.6個結球萵苣在40%遮蔽率之光電溫室與一般平棚網室栽培比

品種名稱	栽培地	總重 (g)	株重 (g)	株高 (cm)	株寬 (cm)	髓心長度(cm)
常利3號	遮蔽40%(A)	13901.3	307.3	13.2	10.9	9.6
	平棚網室(B)	24023.3	637.6	14.1	15.0	6.1
	(A)/(B)	0.58	0.48	0.94	0.73	1.57
	標準偏差	*	*	NS	NS	* *
常利6號	遮蔽40%(A)	11637.3	247.2	14.5	11.2	11.9
	平棚網室(B)	24812.5	594.1	14.4	15.0	5.9
	(A)/(B)	0.47	0.42	1.01	0.75	2.02
	標準偏差	NS	NS	*	NS	*
常利7號	遮蔽40%(A)	11637.3	247.2	14.5	11.2	11.9
	平棚網室(B)	21497.5	578.0	13.6	14.0	6.0
	(A)/(B)	0.54	0.43	1.07	0.80	1.98
	標準偏差	NS	*	NS	NS	*
美國大湖118	遮蔽40%(A)	10021.8	191.9	14.2	10.8	9.0
	平棚網室(B)	19674.8	657.2	15.0	17.8	6.2
	(A)/(B)	0.51	0.29	0.95	0.61	1.45
	標準偏差	NS	NS	NS	*	*
LE1526 A02	遮蔽40%(A)	11211.8	232.0	16.4	11.6	11.7
	平棚網室(B)	21066.8	552.6	14.4	17.1	5.8
	(A)/(B)	0.53	0.42	1.14	0.68	2.02
	標準偏差	*	*	*	*	*
LE1526 A03	遮蔽40%(A)	12024.3	249.4	18.1	13.8	9.7
	平棚網室(B)	26860.2	827.3	21.6	22.1	6.7
	(A)/(B)	0.45	0.30	0.84	0.62	1.45
	標準偏差	* *	NS	NS	* *	NS

註： 1.光電設施遮蔽40%定植日期：2019.2.12；採收日期：2019.3.22
2.一般平棚設施定植日期：2019.2.19；採收日期：2019.4.1
3.同行英文字母相同者表示經LSD顯著性測驗未達5%顯著差異水準。

11

圖3.結球萵苣「常利3號」。

圖4.結球萵苣「常利6號」。

12

圖5.結球萵苣「常利7號」。

圖6.結球萵苣「LE1526A02」。

13

2019光電綠能設施之農地利用成果發表會

圖7.結球萵苣「LE1526A03」。

圖8.結球萵苣「美國大湖118」。

14

結果

- 依據露地、網室及40%遮蔽率綠能設施下之日均溫曲線圖顯示：日均溫一般是露地〉網室〉光電溫室，但差異在1℃以內。

20光電綠能設施之

	3月21日	3月22日	3月23日	3月24日	3月25日	3月26日	3月27日	3月28日	3月29日	3月30日	3月31日	4月1日	4月2日
網室日均溫,˚C	26.40	26.32	20.89	20.68	23.66	24.41	25.55	26.33	26.13	25.84	25.71	23.19	24.74
室外日均溫,˚C	26.64	26.89	20.97	20.74	24.04	24.67	25.72	26.43	26.37	25.94	25.76	23.29	24.67
向陽日均溫,˚C	25.72	25.42	22.47	21.31	23.85	24.15	25.08	26.15	26.03	25.91	25.47	24.01	24.55

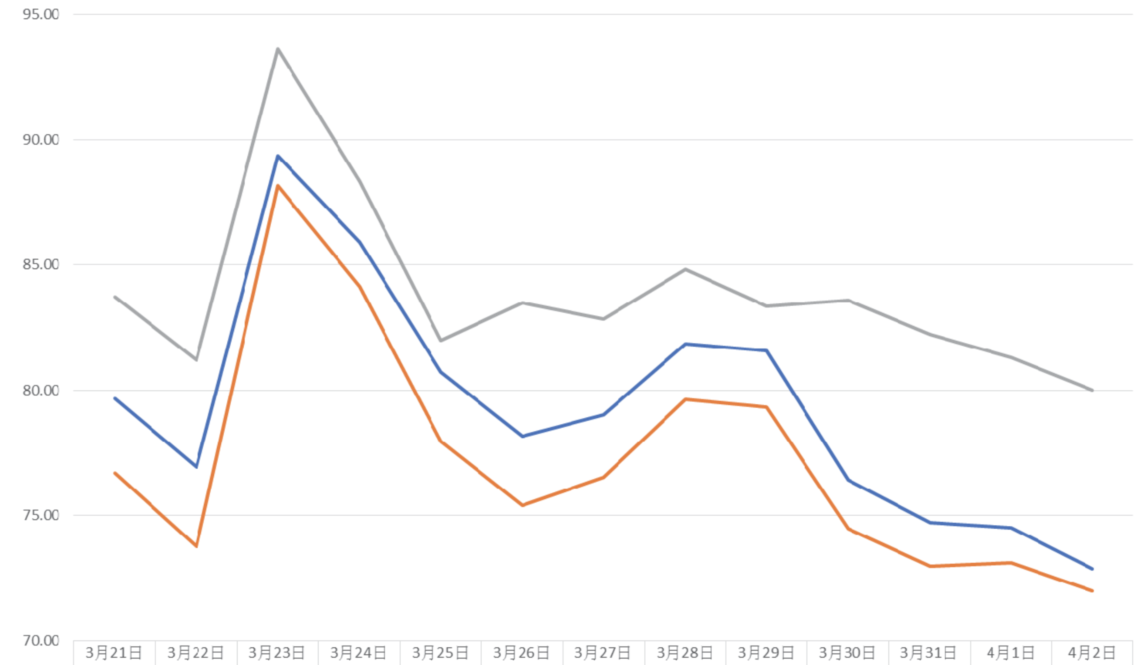
圖9.108年3月21日至4月2日光電溫室、平棚網室及露地之日均溫。

結果

- 依據露地、網室及40%遮蔽率光電溫室之相對濕度曲線圖顯示：相對溼度由高至低為光電溫室〉網室〉露地，差異範圍在7%以內。

17

20光電綠能設施之



	3月21日	3月22日	3月23日	3月24日	3月25日	3月26日	3月27日	3月28日	3月29日	3月30日	3月31日	4月1日	4月2日
網室日均相對濕度,%	79.67	76.92	89.37	85.90	80.73	78.18	79.00	81.86	81.58	76.43	74.70	74.50	72.89
室外日均相對濕度,%	76.68	73.77	88.16	84.15	77.97	75.39	76.53	79.62	79.33	74.47	72.97	73.11	71.98
向陽日均相對濕度,%	83.73	81.19	93.64	88.33	81.99	83.49	82.82	84.81	83.36	83.60	82.21	81.29	80.01

圖10.108年3月21日至4月2日光電溫室、平棚網室及露地之相對濕度。

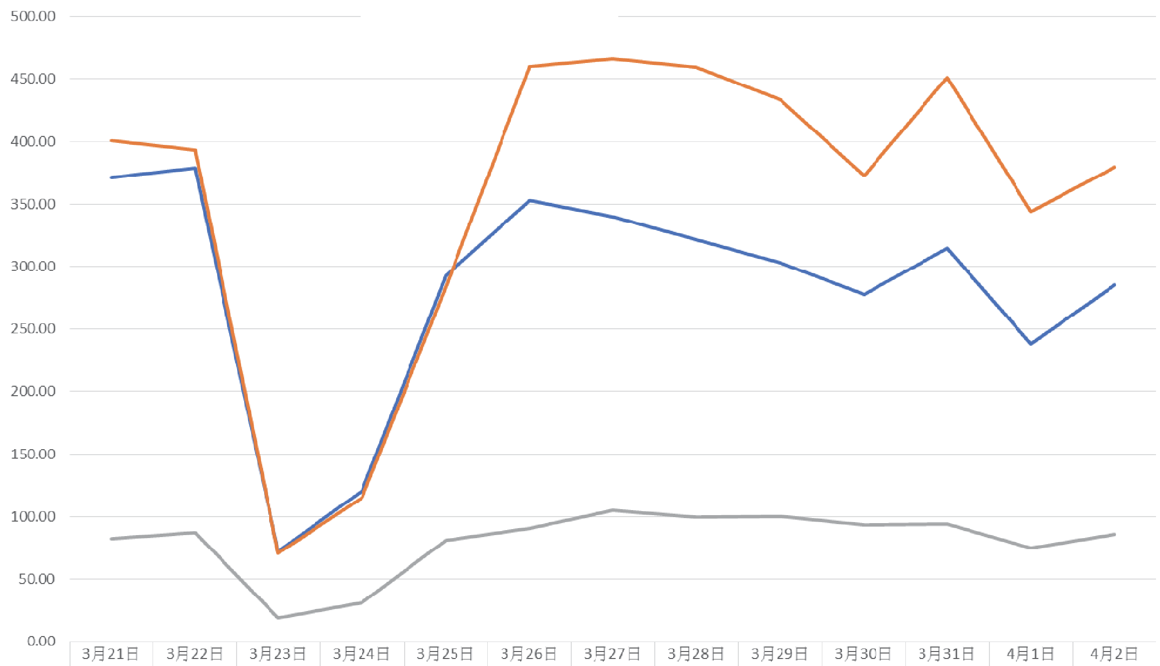
18

結果

- 依據露地、網室及40%遮蔽率屋頂式綠能農業設施光通之光合作用光通量密度曲線圖顯示：光通量密度大小為露地〉網室〉光電溫室，屋頂式綠能農業設施光通光通量密度只有露地的21%左右，而網室則有70%以上，此為葉菜栽培在光電溫室生產最大的限制因子。

19

20光電綠能設施之



	3月21日	3月22日	3月23日	3月24日	3月25日	3月26日	3月27日	3月28日	3月29日	3月30日	3月31日	4月1日	4月2日
網室日均亮度, uE	371.28	378.65	72.11	120.84	292.66	352.97	339.92	321.62	303.15	277.84	314.95	238.02	285.44
室外日均亮度, uE	400.65	393.21	70.86	115.03	283.78	460.11	465.94	459.69	433.57	372.76	451.46	344.14	379.85
向陽日均亮度, uE	82.33	87.45	18.63	31.47	81.03	90.91	104.69	99.44	100.26	93.17	94.33	74.90	85.54

網室日均亮度, uE　室外日均亮度, uE　向陽日均亮度, uE

圖11.108年3月21日至4月2日光電溫室、平棚網室及露地之光合作用光通量密度，三者差異大，最低的是40%遮蔽率的光電溫室。

20

執行成果

20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會

- 40%遮蔽率之屋頂式綠能農業設施光通與一般平棚網室之生長比較，平棚網室在株重、株高、株寬以及總重上均優於40%遮蔽率之屋頂型光電溫室，同時亦可順利結球。「常利3號」在40%遮蔽率之屋頂型光電溫室下栽培，產量可達平棚網室之58％，「常利7號」可達54％，「LE1526A02」為53％。
- 「常利3號」及「常利6號」，地上物總收量均較其他品種高，表現相對優異，但栽培結果顯示：結球萵苣在40%遮蔽率之屋頂型光電溫室下較無法正常結球，但是葉片仍脆嫩可口，可以當作一般葉菜來栽培及食用。
- 40%遮蔽率之屋頂式綠能農業設施光通量密度只有露地的21％左右，有必要提高光照度或是篩選適種品種以改善之。

21

感謝聆聽 敬請指教

20光電綠能設施之
19農地利用成果發表會